三菱重工クーリングタワー

凍結防止の手引

[密閉式]

MTC-UW 型

MTCK 型

⚠ ご注意

このたびは**三菱重工クーリングタワー**をお買い上げいただきありがとうございます。
この手引をよくお読みの上**クーリングタワー**の操作及び保守・点検を行ってください。
この手引は**クーリングタワー**の操作または保守・点検を行う場合、いつでも読むことができるよう**大切に保**管してください。

設備工事を行う皆様へ

この手引を**クーリングタワー**の操作・保守・点検を行うお客様へ必ずお渡しください。

お客様へ

この手引を**クーリングタワー**の操作・保守・点検を行う御担当者が変わる場合は、必ずお渡しく**ださい。** この手引を紛失した場合は、ご注文先にご連絡ください。

本書の目的

本書の目的は、**クーリングタワー**について正しい操作および保守・点検の方法を知っていただくため、**詳しい情**報を提供することです。本書は**クーリングタワー**操作経験者または、操作経験者から指導を受**けた人を対象とし**て作成しております。ご使用の前に本書をよくお読みの**上**、正しくお使いください。

三菱重工業株式會社

目　　次

１．はじめに…… 2
２．凍結防止対策の概要…… 2
　表 2-1 凍結防止対策概要…… 3
３．負荷調整…… 4
　3-1 循環水のバイパス運転…… 4
　3-2 ファンの運転制御…… 4
４．不凍液の注入…… 4
　4-1 不凍液の注入手順…… 4
　4-2 不凍液の濃度…… 5
　4-3 不凍液を投入した場合の熱性能…… 5
　4-4 不凍液の耐用期間…… 5
　4-5 不凍液の保守管理…… 5
５．配管の保温・加温…… 5
　5-1 保温材による保温…… 5
　5-2 ヒーティングケーブル或いは
　　テープヒータによる加温…… 5
６．ヒータによる凍結防止対策…… 5
　6-1 下部水槽凍結防止ヒータ…… 5
　6-2 熱交換器凍結防止ユニット…… 6
７．配管系の水抜き…… 6
８．ポールタップ部の水抜き…… 6
　8-1 ポールタップ部の水抜き手順…… 6
　8-2 ボールタップ部の水抜き口…… 6
９．熱交換器の水抜き　…… 7
　9-1 第１操作（自然水抜き）手順…… 7
　9-2 第２操作（圧搾空気等による水抜き）手順…… 8
１０．下部水槽及び散布水配管の水抜き…… 8
　10-1 下部水槽及び散布水配管の水抜き手順…… 9
１１．運転再開の手順…… 9
１２．熱交換器の保有水量及び
　　下部水槽凍結防止ヒータ選定表……10

１　はじめに

密閉式冷却塔は、冬期・冷寒気を通して運転されるとき、十分な凍結防止対策を施さないと、凍結事故を起こすことがあります。特に熱交換器用のチューブの凍結は、チューブのふくれ、破裂等の原因となり、運転不能となります。場合によってはチューブの部分的修理にとどまらず、熱交換器の取替えに至ることもあります。
本手引はそのような事故を未然に防止するために、凍結防止対策について述べてあります。内容を十分ご理解され、対策をたてられますよう、おすすめいたします。

２　凍結防止対策の概要

次ページ 表 2-1 に凍結防止対策の概要を示します。
冷却塔の運転条件を下記の３条件に分類してあります。
　Ⅰ. 冬期を通じて連続運転
　Ⅱ. 冬期断続運転
　Ⅲ. 冬期運転停止
また、対策が必要な系統を下記の３系統に分類してあります。
　Ａ. 循環水系統（プロセス流体）
　Ｂ. 散布水系統
　Ｃ. 給水配管系統
ご採用いただいた冷却塔のご使用方法により、あてはまる運転条件を決め、各系統の対策方法をお選びください。

冷却塔の系統別名称は下記、図 2-1 に示します。

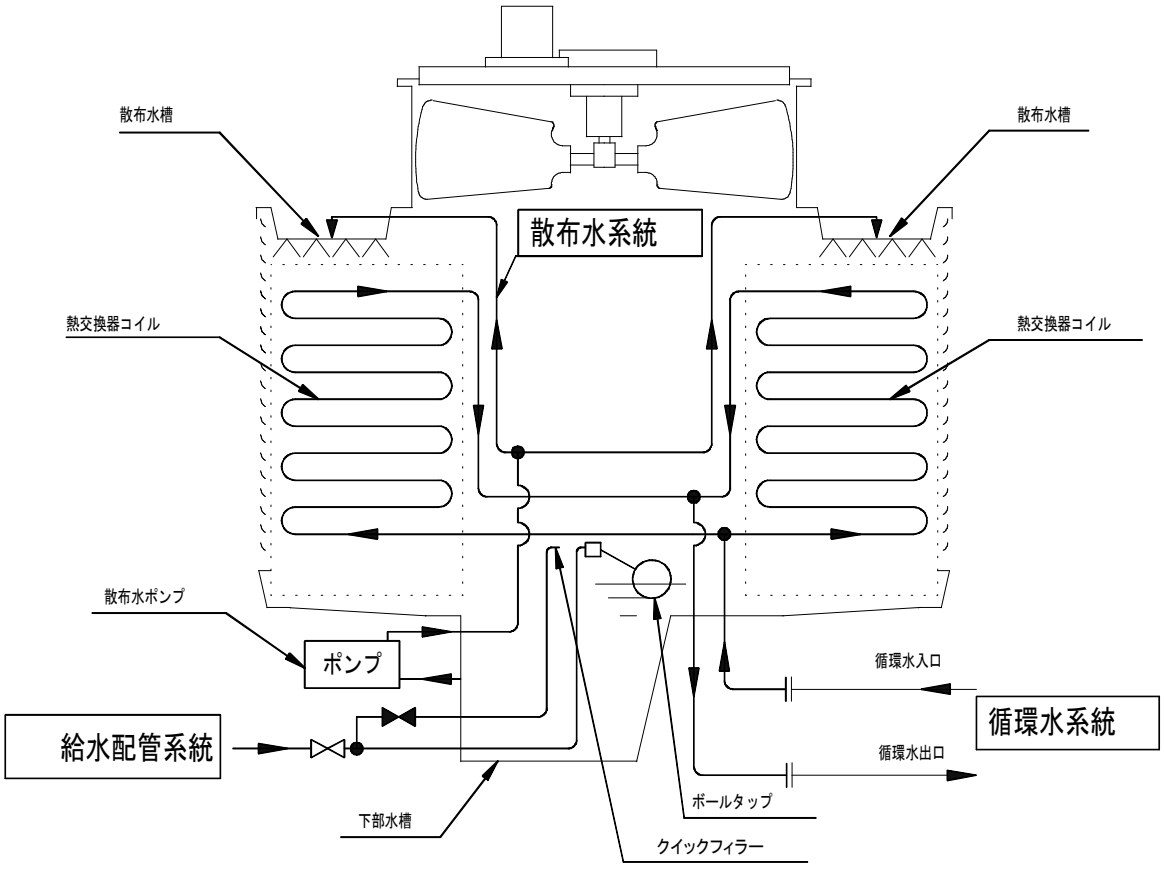
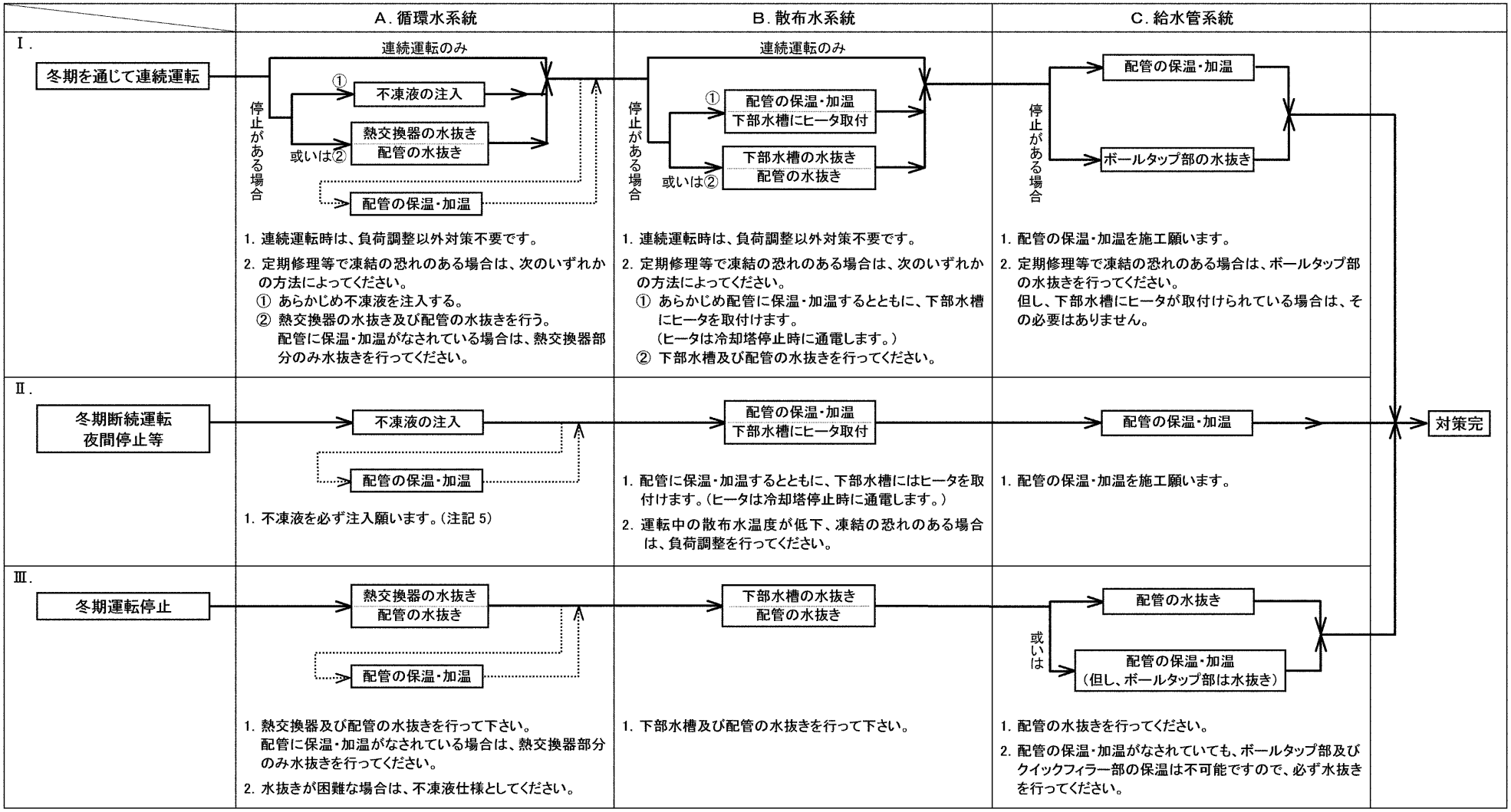


図 2-1 冷却塔系統名称図

表 2-1 凍結防止対策概要



注記 1. ⟶ で示す項目は必ず実施していただきたい項目を示します。
2. ⋯⋯▷ で示す項目は付加項目を示します。
3. 負荷調整については、P4(3項)を参照願います。
4. ボールタップ部の水抜きについては、P6(8項)を参照してください。
5. 不凍液の注入が不可能な場合は、事前にご注文先にご連絡ください。熱交換器凍結防止ユニット等の方法を検討いたします。
6. 散布水系統の配管には、散布水ポンプも含まれます。

3　負荷調整

冷却塔を冬期に運転すると、一般に冷却能力が仕様を上廻ります。従って循環水温度の過冷却現象や、散水の温度が下がり過ぎて凍結しないように、対策をたてる必要があります。
負荷調整の方法としては、下記の方法があります。

①循環水のバイパス運転
②ファンの運転制御

3-1 循環水のバイパス運転

冷却塔の循環水出入口をつなぐパイパス弁または三方弁を設け、冷却塔よりの出口水温を検出し、温度調節計によりバイパス弁または三方弁を作動し、負荷側の循環水入口温度を調節します。負荷が少なすぎる場合は、冷却塔への循環水が閉止しないような処置が必要となります。
また、負荷が少なすぎて循環水や散水の凍結が予想される場合にはファンの運転制御を併用する必要があります。

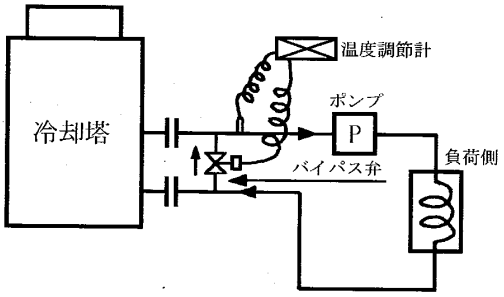


図 3-1 循環水のバイパス配管

3-2 ファンの運転制御

ファンの運転を制御することにより循環水の冷却塔出口温度を調節します。

①循環水の出口温度を検出してファンを ON-OFF 運転する方法
②ファンモータを極数変換モータとして、回転数を変換する方法
③ファンモータにインバータまたは無断変速機を取り付け、回転数を制御する方法

4　不凍液の注入

不凍液は循環水系統の凍結防止のために使用します。種々な不凍液が販売されておりますが、その種類毎に使用方法や取扱いが異なります。詳しくは、使用される不凍液メーカの資料をご参照願います。

4-1 不凍液の注入手順

エチレングリコールを主体にした不凍液を例に、その注入手順を表 4-1 に示します。

表 4-1 不凍液の注入手順

手順	作業項目	説明
1	保有水量〔wt(質量)〕の算定	・熱交換器､配管及び冷凍機（熱源機器）を含めた循環水系統の全保有水量を算定します。 （熱交換器の保有水量は P10、表 12-1 を参照ください。）
2	不凍液使用濃度C〔wt%〕の算定	・冷却塔設置位置の最低気温を想定します。 ・その温度で凍結する不凍液濃度Co〔wt%〕を算定します。 （P5、表 4-2 を参照ください。） ・不凍液使用濃度Ｃ＝Co+5〔wt%〕、但し 35%以上とします。
3	水抜き	・循環水系の水を全量排出します。
4	洗　浄	・フラッシング液などで洗浄し､スケール等を除去することを推奨します。
5	不凍液の注入	・保有水量の 1/3 程度の清水を注入した後、不凍液を注入し、不足分の清水を補給します。 ・短時間で濃度を均一にするためには､あらかじめ不凍液と清水を設定濃度になるように混合したものを注入します。
6	空気抜き	・空気抜きにより容量が不足した場合は清水を注入します。
7	循環運転	・濃度が均一になるまで運転します。（長時間を要します。） ・循環中に容量が不足する場合は清水を補給します。
8	濃度の確認	・通常屈折率法によって行います。（クーラントテスコープ） ・数点測定し、濃度が均一になったことを確認します。 ・均一になった状態で、クーラントテスコープを使用し、設定濃度であることを確認します。

4-2 不凍液の濃度

不凍液は濃度によって凍結温度が異なります。ご使用される冷却塔の設置地域の最低気温を想定して濃度を設定願います。参考例として 表 4-2 にエチレングリコールを主体にした不凍液（ナイブラインZ_1）の濃度と凍結温度の関係を示します。

表 4-2 不凍液濃度と凍結温度

凍結温度 〔℃〕	-10	-15	-20	-25	-30	-35
不凍液濃度〔wt%〕	30	39	46	52	58	63

（不凍液：ナイブラインZ_1）

※ 「ナイブライン」は丸善石油化学（株）の商品名です。

上表は不凍液水溶液の凍結温度ですので、想定される気温に相当する濃度に対し、**5%程度余分**に注入してください。

また、不凍液の特性を維持するために、濃度は 35%以上でご使用することを推奨いたします。

4-3 不凍液を投入した場合の熱性能

不凍液は夏期にもそのまま封入して使用できますが、流体の特性（熱伝導度、比熱等）が水と異なり、冷却塔性能が低下します。従って不凍液は原則として冬期使用にとどめ、夏期運転時には清水（或いは防錆剤を混合した清水）での運転をお奨めします。

表 4-3 に不凍液(ナイブラインZ_1)の濃度に対する熱性能率を清水と比較した場合について示します。

表 4-3 不凍液による熱性能率

不凍液濃度〔wt%〕	30	39	46	52	58	63
熱性能率 〔%〕	95	93	91	89	86	83

4-4 不凍液の耐用期間

不凍液は長期間使用しますと徐々に分解し、その性能が低下します。一般には２年間程度連続運転したものは交換することになりますが、定期的（年２回程度）に点検し、交換または補充をお願いします。

4-5 不凍液の保守管理

定期点検は年２回（原則として春と秋）行い、外観および比重を点検します。

（1）外見

a. 色が変退色してなく、液が著しくにごっていないこと。

b. 臭気がなく沈殿物が少量であること。

（2）濃度

ご使用する不凍液メーカで推奨している濃度計(クーラントテスコープ)を使用して測定してください。濃度に対する液温と比重の関係から、比重計を用いて濃度を測ることも可能です。ご使用される不凍液の資料をご参照ください。

５ 配管の保温・加温

5-1 保温材による保温

気温、風速、配管径などにより保温材厚さを決定願います。寒冷地では配管のみでなく、散水ポンプ等の保温も必要になります。

5-2 ヒーティングケーブル或いはテープヒータによる加温

保温材のみでは凍結を防止できない場合に使用します。特に日平均気温が低い場合や小径配管では保温材のみでは不十分な場合があり、ヒーティングケーブルやテープヒータを使用します。

６ ヒータによる凍結防止対策

6-1 下部水槽凍結防止ヒータ

下部水槽の凍結防止のために下部水槽内に凍結防止ヒータを取り付け冷却塔停止時に作動させます。(凍結防止ヒータの容量については、P10、表 12-2 をご参照ください。)

凍結防止ヒータは一般に電気ヒータを使用しますが、電気ヒータを用いる場合は、空焚き防止のため、温度ヒューズ内蔵式或いはサーモスタット内蔵式のヒータをご使用ください。

サーモスタット内臓式の場合は、サーモスタット動作時にヒータ電源が切れるような回路を設けてください。

6-2 熱交換器凍結防止ユニット

■熱交換器凍結防止ユニット概要

図 6-1 の様に、冷却水系統は出口にサーモスタットを取り付け、冷却水温度が下がると、サーモが温度をキャッチし、熱交換器凍結防止ユニットのヒータ、ポンプに電源が入り、ヒータで加熱された温水が密閉塔の熱交換器内を循環し、凍結破損を防止します。温度が上昇すると、サーモにより電源を切り、ヒータ、ポンプの運転を停止させます。また、散布水系統は、散布水ポンプが下部水槽の近くにあるので、下部水槽に取付けたヒータにより、ポンプの凍結破損を防ぎ安定した運転が出来る様に考慮されています。

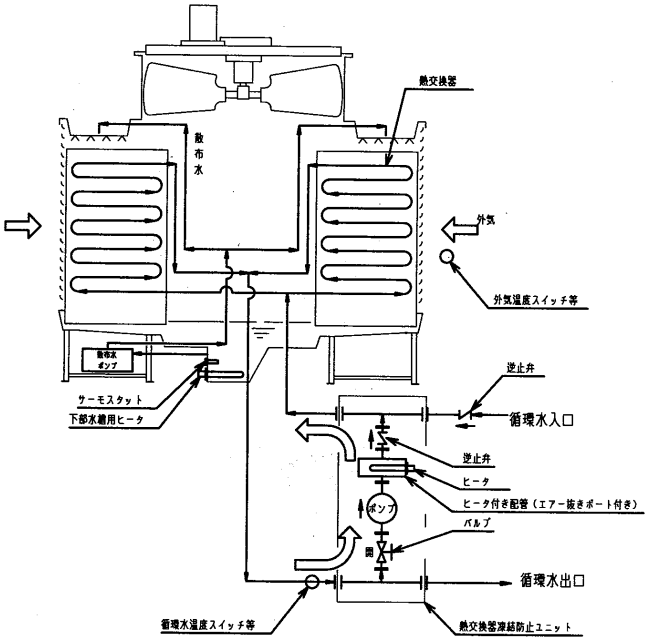


図 6-1 熱交換器凍結防止ユニット概要図

■熱交換器凍結防止ユニット図

ＭＴＣ-UWタイプ

図 6-2 は熱交換器凍結防止ユニット（ＭＴＣ-UW型）の一例です。

配管検討のご参考にしてください。

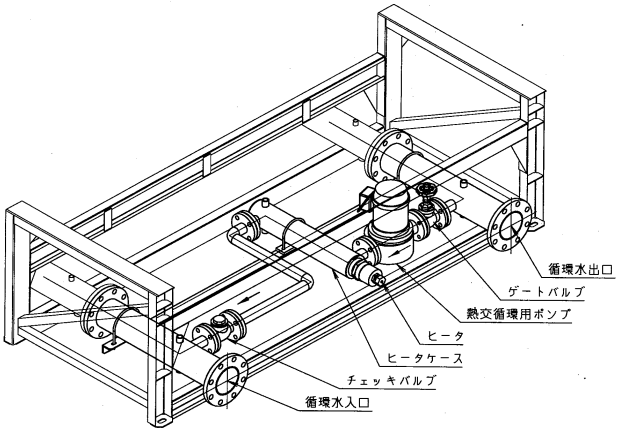


図 6-2 熱交換器凍結防止ユニット図（例）

7 配管系の水抜き

水抜き対象配管の水溜りの恐れのある部分には、必ず水抜き口を設けてください。また、空気溜りの恐れのある部分には、空気抜き口を設けてください。

8 ボールタップ部の水抜き

8-1 ボールタップ部の水抜き

表 8-1 ボールタップ部の水抜き手順

手順	作業項目
1	バルブＡを閉じます。
2	バルブＢを開きます。
3	水抜き口を開きます。

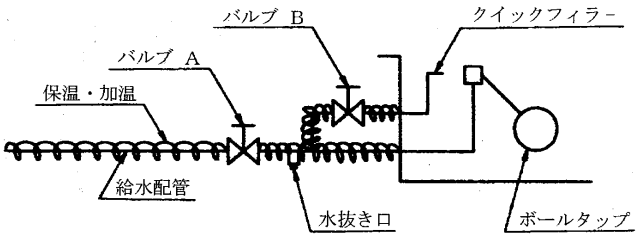


図 8-1 給水配管名称図

8-2 ボールタップ部の水抜き口

ボールタップ部には図 8-1 のように水抜き可能な位置に水抜き口を設けてください。

９　熱交換器の水抜き

熱交換器の水抜きは、自然水抜きによる方法のみでは完全に排水されずに一部残存する可能性があります。
自然水抜き実施後、必ず圧搾空気等(圧力 0.2～0.4MPa 程度)による強制水抜きを行ってください。
※水抜きが困難な場**合（エアブロー装置が無い、基礎のレベルがでていない、水が抜け難い配管となっ**ている等）で凍結の恐れのある地域でご使用の場合は、循環水に不凍液を使用してください。

（自然水抜き手順説明図）　　（圧搾空気等による水抜き手順説明図）

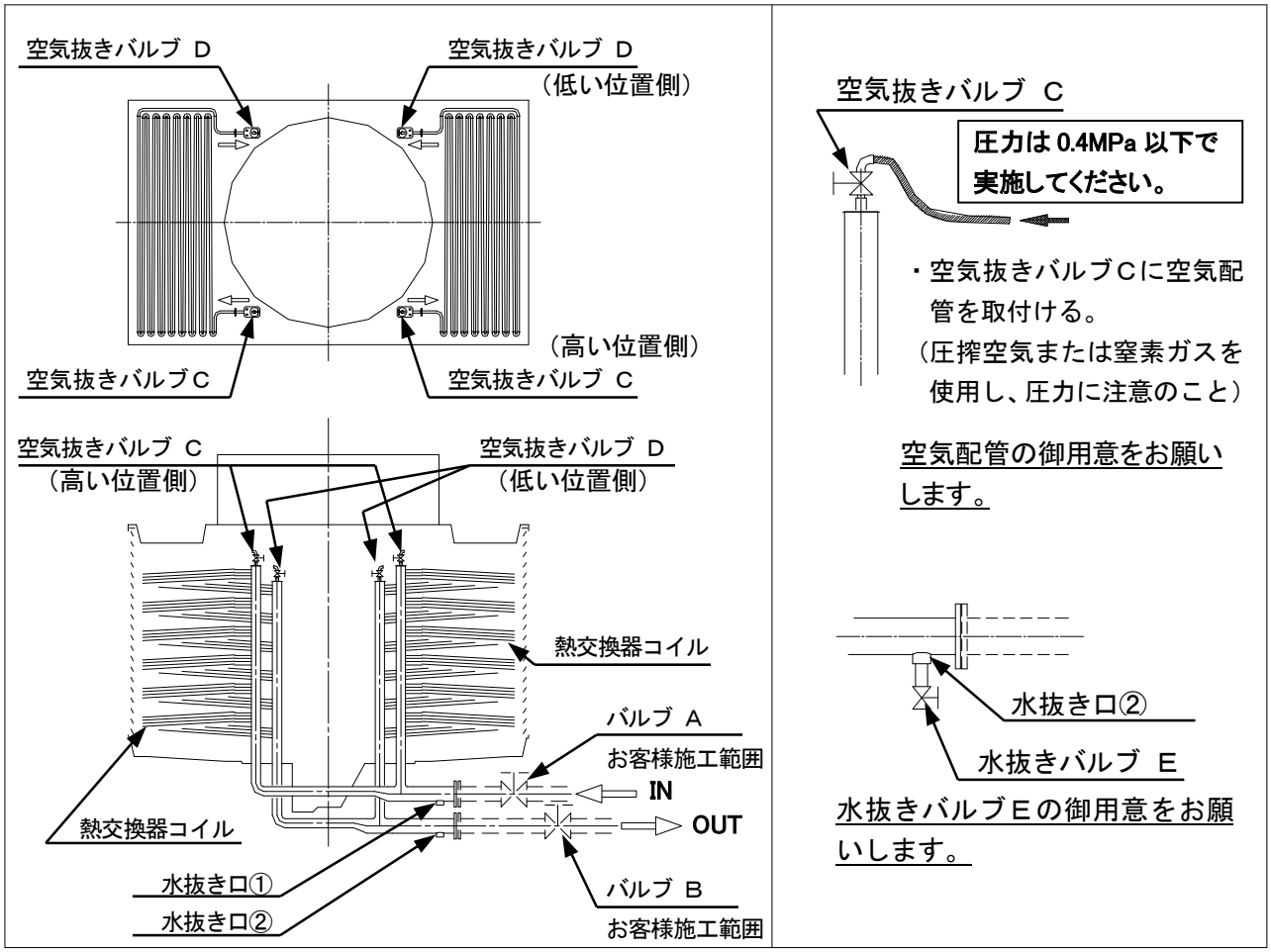


図 9-1 熱交換器の水抜き口、空気抜きバルブ位置図

（注）1. 空気抜きバルブCは、循環水入口(IN)側ヘッダー管上部となります。
2. 空気抜きバルブCとDは高さが異なり、バルブCは高い位置側のバルブを示します。
3. 水抜き口①と②は同一レベル(高さ)にあり、水抜き口②は循環水出口(OUT)側を示します。

〔記号の配管位置関係〕	空気抜きバルブ	水抜き口
循環水入口側（IN）	C（高い位置側）	①
循環水出口側（OUT）	D（低い位置側）	②

9-1 第１操作（自然水抜き）手順

バルブ名称等は図 9-1 をご参照ください。

表 9-1 熱交換器の水抜き手順（自然水抜き）

手順	作業項目	説明
1	バルブA，Bを閉じます。	
2	空気抜きバルブCを開けます。	コイル内に空気溜りができると、水抜きが不十分となる場合があります。必ず空気抜きバルブCを開けてから水抜き口②を開けてください。
3	水抜き口②を開けます。排水量が少なくなった時点で、水抜き口①を開けます。	

9-2 第２操作（圧搾空気等による水抜き）手順

第１操作（自然水抜き）に引き続いて実施してください。

表 9-2 熱交換器の水抜き手順（圧搾空気による方法）

手順	作業項目	説明
1	バルブＡ，Ｂ及びバルブＤは閉じたままとし、水抜き口①及びバルブ**C**を閉じます。	
2	水抜き口②にバルブＥを取り付け、閉じておきます。	
3	バルブ**C**に圧搾空気配管を継ぎ込みます。	圧搾空気の圧力は **0. 4MPa** 以下にしてください。
4	バルブ**C**を開け、圧搾空気を圧入します。	
5	圧搾空気がコイル内に充満したことを確認して、バルブ**C**を閉じます。	
6	バルブ**E**（水抜き口②）を全開にします。	
7	排水したら、一旦バルブ**E**を閉じて 4～6 の操作を繰り返します。	繰り返し数は、排水されないことを確認し終了とします。
8	圧搾空気用の仮設配管を取外し、空気抜きバルブＣ，Ｄ及び水抜き口①，②を次期運転時まで開放のままとします。	

熱交換器その他の部分に塵埃・スケール・藻などが付着している場合、そのまま放置しますと乾燥して除去できなくなりますので、必ず水で洗い流してください。

10 下部水槽及び散布水配管の水抜き

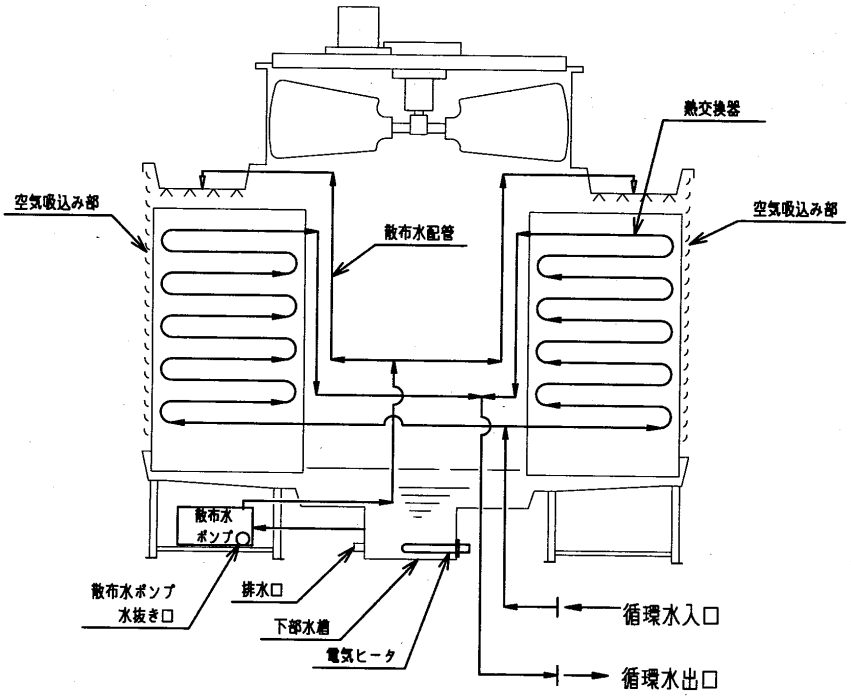


図 10-1 密閉式冷却塔の散布水（下部水槽水）水抜き位置

10-1 下部水槽及び散布水配管の水抜き手順

各部の名称は図 10-1 をご参照ください。

表 10-1 下部水槽及び散布水配管の水抜き手順

手順	作業項目	説明
1	電気ヒータが取り付けてある場合は、電気ヒータの電源を切ります。	通電したまま排水すると空焚きとなり、火災発生等重大な問題が生じる可能性があります。
2	下部水槽落し込み部の排水口を開き排水します。	
3	散水ポンプケーシング部の水抜き用プラグ（呼水栓）を外します。	
4	下部水槽内を洗浄します。	長時間停止する場合は、塵埃、スケール、藻などを放置しますと乾燥してとれなくなります。必ず洗浄願います。
5	落し込水槽のドレンを開けておく。	雨水や雪解け水が溜らずに排出されます。
6	冷却塔の空気出入口部に覆いをします。	長時間停止する場合は、大気中の塵埃やばい煙を防止するために覆いをします。

11 運転再開の手順

冷却塔を長時間停止し、各部の水抜きを行った場合は、下記手順で運転再開願います。

表 11-1 運転再開手順

手順	作業項目
1	冷却塔に使用されているボルトにゆるみのないことを確認します。
2	冷却塔内に異物のないことを確認します。
3	ファンモータ、ベルト等に異常のないことを確認します。(詳細は取扱説明書を参照ください) ファン及び散布水ポンプ等のモータの絶縁抵抗を確認してください。（１ＭΩ以上）
4	循環水配管系の洗浄を行います。
5	下部水槽に水を張り、散布水ポンプを運転して塔内の汚れを洗い流します。
6	循環水系統に清水を注入し、循環させて空気抜きを行います。
7	下部水槽に清水を張ります。
8	配管系統に水漏れのないことを確認します。

以上により運転準備が完了いたしました。

12 熱交換器の保有水量及び下部水槽用凍結防止ヒータ選定表

表12-1 熱交換器の保有水量

MTC-UW型

		熱交保有水量〔L〕	
		L/ｾﾙ ×ｾﾙ数	合計保有水量
MTC	MTCW		
30	20	145 ×1 ＝	145
40	25	245 ×1 ＝	245
50	35	225 ×1 ＝	225
60	40	290 ×1 ＝	290
80	55	405 ×1 ＝	405
90	65	525 ×1 ＝	525
100	70	525 ×1 ＝	525
110	80	490 ×1 ＝	490
125	90	580 ×1 ＝	580
135	100	630 ×1 ＝	630
150	110	630 ×1 ＝	630
175	130	525 ×2 ＝	1050
200	140	525 ×2 ＝	1050
225	160	490 ×2 ＝	980
250	180	580 ×2 ＝	1160
275	200	630 ×2 ＝	1260
300	220	630 ×2 ＝	1260
330	240	490 ×3 ＝	1470
350	270	580 ×3 ＝	1740
400	300	630 ×3 ＝	1890
450	330	630 ×3 ＝	1890
500	360	580 ×4 ＝	2320
550	400	630 ×4 ＝	2520
600	440	630 ×4 ＝	2520
625	450	580 ×5 ＝	2900
675	500	630 ×5 ＝	3150
750	550	630 ×5 ＝	3150
810	600	630 ×6 ＝	3780
900	660	630 ×6 ＝	3780
1050	770	630 ×7 ＝	4410

MTCK- 5	25
MTCK- 8	35
MTCK- 10	40
MTCK- 15	65
MTCK- 20	90

表12-2 凍結防止ヒータ選定表

ヒータ容量設定条件

1. 水温　　+7℃前後
2. 外気風速 5.0m/s
3. 塔内風速 1.5m/s

ヒータ容量		
外気温度		
-5℃	-10℃	-15℃
kW×本	kW×本	kW×本
3 × 1	3 × 1	4 × 1
	4 × 1	5 × 1
4 × 1	5 × 1	6 × 1
	6 × 1	7 × 1
5 × 1	7 × 1	8 × 1
4 × 2	5 × 2	6 × 2
	6 × 2	7 × 2
5 × 2	7 × 2	8 × 2
4 × 3	6 × 3	7 × 3
5 × 3	7 × 3	8 × 3
4 × 4	6 × 4	7 × 4
5 × 4	7 × 4	8 × 4
4 × 5	6 × 5	7 × 5
5 × 5	7 × 5	8 × 5
5 × 6	7 × 6	8 × 6
5 × 7	7 × 7	8 × 7

1 × 1	1 × 1	1 × 1
		2 × 1
2 × 1	2 × 1	

ヒータ容量は外気の条件（外気温、風速）により異なりますので、計算条件と異なる場合は、ご注文先にお問い合せください。

サービスをお申しつけになるときは次のことをお買い上げの販売店にご連絡ください。

・エアコンのタイプ：
・ユニットの型式名：
・ご購入日：
・異常の内容：
・ご住所：
・ご氏名：
・電話番号：
・訪問ご希望日時：

■お客様メモ

ご購入店名：	担当者：
電話番号：	ご購入日：　　年　　月　　日

三菱重工業株式會社

冷熱事業本部　空調機営業部　〒108-8215　東京都港区港南2-16-5（三菱重工ビル）